

**ÉVALUATION ENVIRONNEMENTALE
RÉGIONALE DE BEAUFORT**

Rapport annuel sur les
activités 2012-2013

Canada

Avril 2014

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les droits de reproduction, veuillez communiquer avec Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC) par téléphone au 613-996-6886, ou par courriel à l'adresse suivante : droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

www.aadnc-aandc.gc.ca

1 800 567-9604

ATS seulement 1 866 553-0554

Version française (Papier) QS-8660-000-FF-A1

Catalogue R1-50/2012F

ISSN: 1929-9338

© Sa Majesté la Reine du Chef du Canada, représentée par le *Ministre des Affaires autochtones et du développement du Nord canadien, 2012*

Cette publication est aussi disponible en anglais sous le titre:

Beaufort Regional Environmental Assessment - Annual Progress Report 2013-2014

Évaluation environnementale régionale de Beaufort

*Élaboration d'une base de connaissances solide en vue d'appuyer les décisions réglementaires
concernant les activités pétrolières et gazières extracôtières*

Table des Matières

Introduction.....	6
Programme de recherche.....	7
INFORMATION DE RÉFÉRENCE SUR LES POISSONS.....	7
Cartographie acoustique active des poissons dans la mer de Beaufort.....	7
Répercussions des activités de développement dans la mer de Beaufort sur les poissons, leurs habitats et leurs écosystèmes.....	8
Données de référence, accumulation, cycles et effets potentiels des hydrocarbures dans les sédiments et le biote de la mer de Beaufort.....	9
OISEAUX CÔTIERS ET MARINS.....	10
Présence des oiseaux en milieu marin et côtier dans la région de la mer de Beaufort.....	10
Base de données et atlas des oiseaux du littoral canadien de la mer de Beaufort.....	11
INFORMATION SUR LES OISEAUX, LES POISSONS ET LES MAMMIFÈRES MARINS.....	11
Données biologiques pour évaluer les bénéfices et les coûts nets en matière d'environnement des agents dispersants et du brûlage sur place comme méthodes d'intervention lors des déversements de pétrole.....	11
CONCEPTION EN FONCTION DE LA PIRE ÉVENTUALITÉ ENVIRONNEMENTALE POUR LES GLACES.....	12
Hivernage dans la mer de Beaufort – Évaluation des dommages potentiels pour les navires....	12
MODÉLISATION COUPLÉE OCÉAN-GLACE-ATMOSPHÈRE ET PRÉVISION.....	13
Observatoires en milieu marin dans les secteurs sud et nord-est de la mer de Beaufort.....	13
Prévisions des conditions météorologiques et océaniques extrêmes dans la mer de Beaufort.....	14
Prévisions saisonnières des conditions océaniques et des conditions de glace dans la mer de Beaufort.....	14
Modélisation des apports d'eau douce dans la mer de Beaufort en vue d'améliorer les prévisions extracôtières du système de prévision océanique pour les zones Metarea.....	15
TYPES DE GLACE DE MER ET FORMATIONS GLACIELLES EXTRÊMES.....	16
CanICE – Base de données d'information et portail Web sur la glace de mer.....	16
Base de données techniques de la mer de Beaufort.....	17
Quantification de la dynamique de la glace dans la mer de Beaufort.....	18
PROJET INTÉGRÉ SUR LA GLACE DE MER.....	20
Mesure de l'épaisseur et de la résistance de la glace pluriannuelle déformée dans la mer de Beaufort.....	20
Comprendre les formations glacielles extrêmes dans la mer de Beaufort.....	21

Cartographie par Radarsat des formations glacielles extrêmes dans le secteur sud de la mer de Beaufort	22
GÉORISQUES EXTRACÔTIERS ET PROCESSUS CÔTIERS	23
Géorisques du fond marin en eaux profondes.....	23
Synthèse régionale des géosciences côtières pour la gestion des activités pétrolières et gazières dans la mer de Beaufort.....	24
OUTIL WEB D'ANALYSE GÉOSPATIALE.....	25
Outil Web d'analyse géospatiale pour l'EERB	25
PRIORITÉS DES COLLECTIVITÉS	26
Surveillance côtière régionale dans la région désignée des Inuvialuit : Indicateurs écosystémiques.....	26
Groupes de travail	27
Changements climatiques	27
Gestion des déchets.....	27
Effets cumulatifs.....	27
Gestion de l'information.....	28
Préparation et intervention en cas de déversement d'hydrocarbures.....	28
Indicateurs sociaux, culturels et économiques.....	28
Conclusion	32
Annexe – Gouvernance et partenariats	33

Introduction

L'évaluation environnementale régionale de Beaufort (EERB) est une initiative multipartite qui vise à mieux préparer les collectivités inuvialuites, l'industrie, les gouvernements fédéral et territoriaux, le milieu universitaire et les organismes de réglementation à l'activité pétrolière et gazière dans la mer de Beaufort par l'édification d'une base de connaissances socioéconomiques et scientifiques régionales qui comble les lacunes en matière d'information et de données régionales dans le domaine des activités pétrolières et gazières extracôtières et appuie une prise de décision réglementaire efficiente et efficace.

L'EERB comprend un programme de recherche et des activités menées par divers groupes de travail qui portent sur les enjeux prioritaires dans la région. Vingt-trois projets de recherche ont été financés, en fonction des priorités établies dans les analyses antérieures (rapport n° 163 du Fonds pour l'étude de l'environnement et un rapport d'exploration des données produit en 2011 par ArcticNet pour Affaires autochtones et Développement du Nord Canada) et affinées par la suite en collaboration avec des comités multipartites. Tous les projets ont été sélectionnés en fonction de leur pertinence à l'égard des domaines de recherche prioritaires, ainsi que pour leur contribution à l'efficacité du processus de réglementation et à la préparation des collectivités, qui constituent les deux grands objectifs de l'EERB.

Différents groupes de travail œuvrent sur divers enjeux, dont les changements climatiques, les effets cumulatifs, la gestion de l'information, la préparation et l'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures, les indicateurs sociaux, culturels et économiques et la gestion des déchets.

Le présent deuxième rapport annuel sur les activités de l'EERB couvre la période du 1^{er} avril 2012 au 31 mars 2013. Il expose brièvement les projets de recherche financés cette année et leur état d'avancement, décrit les activités des six groupes de travail et fait le bilan des progrès réalisés.

Les deux projets suivants ont été réalisés au complet durant la première année de l'EERB : Ours polaires dans les zones extracôtières profondes de la mer de Beaufort : *étude préliminaire visant à estimer la répartition et la densité de la population d'ours polaires dans les zones sous-étudiées* (2012) (N. Snow, Secrétariat mixte) et *Délimitation des ondes glaciaires majeurs par imagerie radar par satellite en haute résolution* (2011-2012) (D. Powers, C-Core). Ils ne sont donc pas décrits dans le présent rapport.

Les données et les métadonnées des projets seront versées dans le catalogue des données polaires (www.polardata.ca) à mesure qu'elles seront produites, tandis que le site de l'EERB (www.BeaufortREA.ca) constitue le portail d'accès à tous les projets de l'EERB. Comme la sensibilisation des collectivités et les communications forment une composante importante de l'EERB, ces activités sont résumées dans le présent rapport, notamment celles du forum sur les résultats de l'EERB, qui s'est tenu à Inuvik, en février 2013.

Enfin, la force de l'EERB tient à ses nombreux partenariats entre les gouvernements, les Inuvialuits, l'industrie et le milieu universitaire. La dernière section du rapport présente une liste des divers partenaires de l'EERB.

Programme de recherche

INFORMATION DE RÉFÉRENCE SUR LES POISSONS

Cartographie acoustique active des poissons dans la mer de Beaufort (2011-2013)

Chef de projet : Louis Fortier (ArcticNet)

Ce projet d'avant-garde, dirigé par ArcticNet, utilise une technologie sonar de pointe pour cartographier la distribution et l'abondance estivales de la morue polaire et d'autres espèces dans la zone extracôtière de la mer de Beaufort. La morue polaire constitue la principale source de nourriture des phoques, des baleines et des oiseaux de la région de la mer de Beaufort, et cette étude constituera un complément important aux recherches existantes sur la répartition hivernale de cette espèce de morue.

État d'avancement : Dans la foulée des travaux de la première année, les chercheurs ont installé et étalonné un échosondeur EK60 à bord du F/V *Frosti* dans le cadre de leur collaboration avec le groupe sur les poissons de mer de l'EERB (dirigé par Pêches et Océans Canada, à Winnipeg). Entre le 6 août et le 3 septembre 2012, on a effectué 658 heures de levés hydroacoustiques dans la portion canadienne de la mer de Beaufort. La validation des échogrammes avec les relevés par filets d'ichtyoplancton et par chalutage des zones mésopélagiques et benthiques a permis de confirmer ce qui suit :

1. La morue polaire (*Boreogadus saida*) représente plus de 97 % de tous les poissons pélagiques adultes et plus de 65 % des jeunes de l'année;
2. Les jeunes de l'année se retrouvent dans les cent premiers mètres de la colonne d'eau pendant la période sans glace;
3. Le groupe des un an et plus occupe la partie inférieure de l'halocline du Pacifique et la partie supérieure de la couche atlantique (200-400 m) durant cette période.

La présence de jeunes de l'année dans la couche supérieure a été constamment observée durant les transects réalisés le long du plateau et du talus du Mackenzie (de 20 à 1 400 m de profondeur). On observe des rassemblements de morues polaires d'un an et plus sur tout le talus (de 200 à 1 400 m de profondeur), mais la biomasse est la plus forte de 350 à 1 000 m de profondeur. Selon les analyses préliminaires des données hydroacoustiques, la biomasse intégrée maximale atteindrait 30 g.m^{-2} dans le rassemblement de poissons d'un an et plus et $3,6 \text{ g.m}^{-2}$ dans celui des jeunes de l'année. Ces rassemblements de poissons chevauchent plusieurs parcelles de concessions pétrolières et gazières de la région.

Répercussions des activités de développement dans la mer de Beaufort sur les poissons, leurs habitats et leurs écosystèmes (2011-2015)

Chef de projet : Jim Reist (Pêches et Océans Canada)

En collaboration avec les six collectivités inuvialuites, Pêches et Océans Canada réalise une étude qui s'étendra sur quatre années, de 2011 à 2015, et comprendra une enquête sur la pêche en eaux profondes (100 à 1 000 m) dans la partie extérieure du plateau continental et dans la partie supérieure du talus de la mer de Beaufort. Des chercheurs étudient les espèces de fond et les espèces semi-pélagiques et consignent l'information recueillie sur la taille des populations, les habitats, le régime alimentaire, le rôle des espèces dans la chaîne alimentaire et les habitudes de migration, ce qui constitue une première. Une meilleure compréhension des écosystèmes dont dépend l'ichtyofaune viendra appuyer les évaluations environnementales et les processus décisionnels éclairés sur l'habitat des poissons et les activités pétrolières et gazières extracôtières.

État d'avancement : Les campagnes 2012-2013 à bord du F/V *Frosti* ont été un franc succès. Les réalisations de cette année sont les suivantes :

1. Un premier relevé au chalut de poissons en eaux profondes dans la zone extracôtière des eaux canadiennes de la mer de Beaufort a été effectué à bord du F/V *Frosti*; quatre transects (de 75 à 150 km linéaires), comportant chacun sept stations (de 20 à 1 000 m de profondeur), ont été échantillonnés par chalut de fond (poissons et invertébrés épibenthiques), par carottier à boîte (sédiments, endofaune), par filet pélagique (plancton) et par des mesures dans la colonne d'eau (salinité, température, nutriments);
2. Un sondage hydroacoustique (dans les transects échantillonnés (481 km) et dans un transect focal distinct à 200-400 m de profondeur (388 km)) a été mené pour déterminer la biomasse dans la colonne d'eau par chalutage pélagique (poissons) en vue d'identifier des cibles (en lien avec le projet « Cartographie acoustique active des poissons dans la mer de Beaufort »);
3. Un échantillonnage de poissons a été effectué en collaboration et des données océanographiques de base, des paramètres des habitats et des écosystèmes dans six stations côtières ont été recueillis (en lien avec le projet « Surveillance côtière régionale dans la région désignée des Inuvialuit »).

Quelque 9 258 poissons représentant 11 familles taxonomiques ont été capturés. Tous les habitats utilisés (colonne d'eau et fond) ont été inventoriés et le biote autre que les poissons a été échantillonné. Toutes les données pertinentes ont été accumulées pour établir la diversité du biote et des habitats, la connectivité entre les composantes de l'écosystème et entre les écosystèmes côtiers et extracôtiers. L'analyse continue contribuera à dresser un cadre de référence de la diversité biotique, des habitats et des principaux contaminants (en lien avec le projet « Données de référence, accumulation, cycles et effets potentiels des hydrocarbures dans les sédiments et le biote de la mer de Beaufort » et (en lien avec le réseau trophique, écosystèmes) par l'analyse du contenu des viscères, des isotopes stables, des acides gras et de la calorimétrie. Des données nouvelles ont été acquises sur la répartition des poissons dans des zones jamais étudiées auparavant (habitats en eau profonde en particulier) et au moins six nouvelles espèces de poisson ont été ajoutées à l'inventaire régional.

L'information et la compréhension nouvellement acquises seront intégrées à la base de connaissances

actuelles pour dresser le contexte régional des poissons de mer dans la zone canadienne de la mer de Beaufort.

Données de référence, accumulation, cycles et effets potentiels des hydrocarbures dans les sédiments et le biote de la mer de Beaufort (2012-2014)

Chef de projet : Gary Stern (Pêches et Océans Canada)

Le but de ce projet est triple : (i) établir les teneurs de fond en hydrocarbures dans les sédiments, le zooplancton, les invertébrés benthiques et les poissons; (ii) établir les concentrations de référence des métabolites d'hydrocarbures dans les poissons et (iii) établir des valeurs de fond pour les indicateurs de la santé des poissons à partir desquels l'ampleur et l'étendue des perturbations environnementales potentielles peuvent être évaluées. Des échantillons ont été prélevés en eau profonde, dans la zone extérieure du plateau continental et du talus de la mer de Beaufort, avant l'exploitation des ressources pétrolières et gazières, lors de la campagne de chalutage et de la mission de l'*Amundsen* prévues dans le cadre de l'EERB. On dispose également d'échantillons de zooplancton et d'invertébrés benthiques, aux fins de comparaisons spatiotemporelles, des missions précédentes de l'*Amundsen* menées en 2009, 2010 et 2011 dans les zones extracôtières assujetties à l'obtention de permis de BP et de la Compagnie Pétrolière Impériale Ltée (PI) 2009 (PI) - EL446; 2010 (BP) - EL449 et EL451; 2011 (BP) : EL451 et EL453. Des mesures océanographiques physicochimiques ont été effectuées parallèlement à la collecte de tous les échantillons biotiques et abiotiques (à bord du chalutier et du NGCC *Amundsen*).

État d'avancement : Les travaux réalisés à ce jour ont permis d'établir les teneurs de fond en hydrocarbures (HAP et alcanes) dans les sédiments de toutes les concessions pétrolières et gazières de la mer de Beaufort et le long d'un gradient de profondeur statistiquement significatif (0-1 000 m), à partir d'un point situé près du littoral jusqu'au bassin continental. Vingt-quatre (24) échantillons de sédiments de surface recueillis le long de quatre transects par le *Frosti* à l'été 2012 ont été analysés aux fins de détection des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des alcanes (~ 70 à 72° N. et 130 à 141° O.). Les résultats indiquent que la mer de Beaufort est un milieu très pétrogénique (riche en carbone fossile), comparativement à un système pyrogénique (riche en carbone produit par combustion), ce qui signifie que les affleurements de charbon érodés, la tourbe et le suintement naturel de pétrole dominant le signal des HAP par rapport aux feux de forêt et à l'activité industrielle et de transport. Cette caractéristique la rend différente de la plupart des autres mers à dominance fluviale du monde entier, y compris la plupart des autres grands sites canadiens.

La présence de mercure, d'autres métaux et formes de carbone organique (analyse Rock-Eval) a été évaluée dans ces mêmes 24 échantillons de sédiments de surface afin de déterminer la source du mercure présent dans les sédiments. On constate avec intérêt que les concentrations de mercure et de la plupart des autres métaux augmentent avec la profondeur de l'eau et la distance des côtes, ce qui pourrait s'expliquer par un apport plus élevé en matière organique, peut-être dû à une productivité primaire aquatique (marine) plus forte combinée à un apport sédimentaire (géologique) plus faible. La présence de mercure a également été étudiée dans le zooplancton pélagique (colonne d'eau) de chaque

site, tout comme celle du méthylmercure (la forme la plus toxique et bioaccumulable de mercure), lorsque les échantillons étaient suffisants. En général, les concentrations élevées de mercure ont été observées d'ouest en est et les concentrations les plus élevées se retrouvent souvent dans les sites de 200 à 400 m de profondeur, le long du talus continental. Ce phénomène probablement attribuable à la remontée des éléments nutritifs de la couche de mélange des masses d'eau du Pacifique et de l'Atlantique sera étudié plus en détail en 2013-2014. La présence de mercure a également été analysée dans les invertébrés benthiques. Les concentrations étaient en moyenne beaucoup plus élevées dans les invertébrés benthiques que dans le zooplancton pélagique (jusqu'à 3 mg/kg et jusqu'à 0,5 mg/kg, respectivement), et on observe des tendances haussières évidentes entre le mercure sédimentaire et les invertébrés benthiques pour la plupart des espèces (l'étoile de mer étant l'exception, pour laquelle les teneurs diminuent avec l'augmentation des concentrations de mercure sédimentaire). Ces données montrent que les invertébrés benthiques sont susceptibles d'accumuler le mercure d'origine sédimentaire.

OISEAUX CÔTIERS ET MARINS

Présence des oiseaux en milieu marin et côtier dans la région de la mer de Beaufort (2011-2013)

Chef de projet : Myra Robertson (Environnement Canada)

La région de la mer de Beaufort offre des habitats marins et côtiers à des centaines de milliers d'oiseaux migrateurs et nicheurs. Cette étude a pour but de répertorier les principales aires de migration, de nidification et d'alimentation près des zones côtières et sur les côtes. Les chercheurs compilent l'information existante en ce qui a trait à la présence des oiseaux côtiers et recensent les espèces ainsi que le nombre et la répartition des oiseaux. Un système d'information géographique numérisé sera utilisé pour déterminer les zones importantes pour les oiseaux dans la mer de Beaufort, selon l'information disponible. Cette information sera d'une aide précieuse pour les sociétés pétrolières et gazières et pour les organismes de réglementation lors du processus d'évaluation environnementale afin de permettre de réduire au minimum les répercussions des activités d'exploitation des ressources sur les oiseaux.

État d'avancement : Les travaux de 2012-2013 ont porté sur la préparation du rapport pour publication et le traitement des données sur les oiseaux pour créer un outil de cartographie en ligne accessible au public. On a constaté que d'autres analyses et données cartographiques sont requises, ce qui a retardé la production du rapport sur papier et la mise en ligne de l'outil de cartographie jusqu'en 2013-2014.

Base de données et atlas des oiseaux du littoral canadien de la mer de Beaufort (2011-2013)

Chef de projet : Ross Harris (Upun-LGL)

Ce projet constitue une synthèse de l'information existante sur les populations d'oiseaux au large de la mer de Beaufort en vue de son intégration dans une base de données géoréférencées. La base de données contiendra des renseignements sur la présence extracôtière d'oiseaux, sur les espèces, le sexe, l'âge, la date de recensement, l'habitat et les déplacements ainsi que sur la source des données. Ce travail constituera un complément au projet sur les populations d'oiseaux côtiers dirigé par Environnement Canada

État d'avancement : On a généré une base de données géospatiales et produit un rapport à partir de la fusion de 25 ensembles de données provenant de divers contributeurs, notamment Devon Canada, Pêches et Océans Canada (POC), GX Technology (GXT), ArcticNet, Impériale, British Petroleum (BP), Ressources naturelles Canada (RNCan) et Chevron. Les ensembles de données couvrent les années 2002 à 2012. Les secteurs recensés comprennent les zones de concessions extracôtières comme Ajurak, Pokak et Sirluaq et les eaux libres de glace. Les zones les moins étudiées ont été les aires de migration printanière dans les chenaux extracôtiers et sur la banquise et à proximité de celle-ci.

INFORMATION SUR LES OISEAUX, LES POISSONS ET LES MAMMIFÈRES MARINS

Données biologiques pour évaluer les bénéfices et les coûts nets en matière d'environnement des agents dispersants et du brûlage sur place comme méthodes d'intervention lors des déversements de pétrole (2011-2013)

Chef d'équipe : Ken Trudel (SL Ross)

La planification des interventions en cas de déversement d'hydrocarbures repose en grande partie sur la mise au point d'outils d'aide à l'évaluation des risques liés à ces urgences et des avantages que procurent les méthodes d'intervention (p. ex., agents dispersants, brûlage) utilisées. Ce projet fait l'analyse du savoir traditionnel afin d'établir les priorités des Inuvialuits en matière de protection environnementale dans la zone canadienne de la mer de Beaufort. Les données tirées du savoir traditionnel seront combinées aux données scientifiques pour 1) décrire les activités de récolte et autres des Inuvialuits; 2) décrire les populations de poissons, d'oiseaux et de mammifères marins sur lesquelles se fondent ces activités et 3) évaluer la vulnérabilité de ces composantes à un déversement d'hydrocarbures et les méthodes d'intervention.

Intégrée dans des scénarios de déversement réalistes, cette information servira à illustrer l'utilisation de l'analyse des avantages environnementaux nets dans l'évaluation de l'utilité des agents dispersants et du brûlage sur place comme mesures d'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures dans la mer de Beaufort.

État d'avancement : Des listes ont été dressées par ordre de priorité des composantes valorisées de l'écosystème (CVE) (espèces d'oiseaux, de mammifères et de poissons et activités de récolte et autres

des collectivités inuvialuites) qui a) seraient vulnérables aux effets des déversements d'hydrocarbures en milieu marin se produisant dans la zone canadienne de la mer de Beaufort et b) entraîneraient la planification de mesures d'intervention en cas de déversement, l'élaboration de politiques et la prise de décision concernant la mer de Beaufort, y compris les décisions concernant les agents dispersants et le brûlage sur place (BSP). Des profils de vulnérabilité (PV) en cas de déversement d'hydrocarbures ont été établis dans une base de données bien formatée et facile à utiliser pour les CVE prioritaires qui identifient clairement les caractéristiques de ces espèces et des activités des Inuvialuits. Des ateliers pour recueillir le savoir traditionnel sur les CVE prioritaires ont été organisés afin d'effectuer et de documenter un exemple d'analyse des avantages environnementaux nets (AAEN) pour un scénario typique de déversement lors d'activités d'exploration afin d'illustrer l'utilisation de PV dans la conduite des AAEN.

CONCEPTION EN FONCTION DE LA PIRE ÉVENTUALITÉ ENVIRONNEMENTALE POUR LES GLACES

Hivernage dans la mer de Beaufort – Évaluation des dommages potentiels pour les navires (2011-2013)

Chef de projet : Anne Barker (Conseil national de recherches)

Durant les mois d'hiver, les navires contenant du carburant marin sont emprisonnés dans les glaces rattachées à la côte (banquise côtière) dans l'ensemble de la région de Beaufort. Cette pratique nommée hivernage soulève des inquiétudes dans certaines collectivités nordiques en raison du risque de déversement de carburant. Ce projet évalue si les navires ou les barges subissent des dommages importants lors de leur hivernage dans la banquise côtière. L'information recueillie servira à faire des recommandations aux collectivités inuvialuites et aux organismes de réglementation sur les moyens les plus efficaces pour réduire le risque de bris de navire durant l'hivernage dans la glace de la région côtière de la mer de Beaufort et de dommage environnemental en décollant.

État d'avancement : Ce projet s'est concentré sur la zone côtière de la mer de Beaufort, qui s'étend de l'île Herschel jusqu'à la région du delta du Mackenzie, en passant par Tuktoyaktuk et jusqu'à la baie McKinley. Certaines études de moindre envergure ont été effectuées dans le secteur du fleuve Mackenzie. Comme 2012-2013 est la dernière année du projet, les objectifs consistaient à organiser des visites de sites et à produire le rapport définitif. Des réunions ont eu lieu avec les représentants du Secrétariat mixte inuvialuit, du Conseil inuvialuit de gestion du gibier et du Comité mixte de gestion de la pêche, d'Horizons North et de Transports Canada. Une visite du site a été réalisée au port de Tuktoyaktuk et dans la baie McKinley, car il s'agit d'importants lieux d'hivernage dans la région (le mauvais temps a empêché la visite prévue à l'île Herschel).

On a produit un rapport final résumant l'historique de la pratique, les méthodes de calcul pour déterminer les charges de glace appropriées pour l'hivernage des navires, les considérations clés pour la pratique de l'hivernage relatives aux glaces et un cadre méthodologique de sélection des sites pour

l'hivernage des navires. Des réunions ont été organisées avec les membres de l'industrie pour discuter des résultats du projet. Les discussions en cours avec Transports Canada se poursuivront en vue d'inclure certains résultats de ce projet dans des lignes directrices à venir sur l'hivernage, qui seront appliquées dans l'Arctique. Le rapport a été envoyé aux représentants locaux des collectivités de la région et une copie du rapport a également été laissée à la bibliothèque de l'Institut de recherche Aurora pour consultation. On peut également consulter le rapport complet sur le site web de l'EERB.

MODÉLISATION COUPLÉE OCÉAN-GLACE-ATMOSPHÈRE ET PRÉVISION

Observatoires en milieu marin dans les secteurs sud et nord-est de la mer de Beaufort (2011-2014)

Chef de projet : Martin Fortier (ArcticNet)

Cette initiative permet la construction de trois observatoires en milieu marin, tous trois formés de deux bouées fixes, destinées à recueillir des observations en continu dans la mer de Beaufort, au moyen d'instruments à la fine pointe de la technologie, dont des courantomètres à effet Doppler, des trappes à sédiments, des sonars profileurs de glace, des capteurs de conductivité et de température et des turbidimètres. Les chercheurs examinent et interprètent les données recueillies sur la glace de mer, la circulation océanique et les fluctuations biogéochimiques dans l'ensemble de la région. Ce projet d'une durée de quatre ans, dirigé par ArcticNet et IMG-Golder, une société de génie de l'environnement inuite, permet de recueillir des données afin d'évaluer les conditions physiques et la variabilité dans la zone canadienne de la mer de Beaufort au fil du temps. Ces renseignements fourniront des preuves scientifiques jusqu'ici inexistantes sur les conditions de l'océan et de la glace de mer, ce qui permettra aux organismes de réglementation de prendre des décisions éclairées concernant les répercussions environnementales potentielles du forage d'exploration dans la mer de Beaufort.

État d'avancement : En septembre 2012, le brise-glace de la Garde côtière canadienne *NGCC Sir Wilfred Laurier* a permis de récupérer les quatre bouées installées en 2011 et de les redéployer ailleurs. Une cinquième bouée fixe (BR-01) a été ancrée dans la cuvette de Mackenzie en vue de compléter le deuxième observatoire océanographique de l'EERB. Les données récupérées des quatre bouées incluent des mesures en continu de qualité des paramètres suivants : courants, calaison et vitesse des glaces, niveau, température, salinité et turbidité de l'eau, chlorophylle, taille et concentration des matières en suspension et flux verticaux de carbone. La dernière paire de bouées (BR-03, BR-04), constituant le troisième observatoire à être déployé en 2013, sera située au large de la côte nord-ouest de l'île Banks, et permettra de générer une série chronologique de mesures dans le nord-est de la mer de Beaufort, où des mesures en continu ont rarement été enregistrées. Les trois observatoires océanographiques permettront de combler une grande lacune dans le suivi des conditions océaniques et de la glace de mer dans la mer de Beaufort, fournissant ainsi des données essentielles pour la vérification sur le terrain des modèles de circulation océanique, des modèles de trajectoire des déversements d'hydrocarbures et des futures évaluations (biophysiques) environnementales.

Prévisions des conditions météorologiques et océaniques extrêmes dans la mer de Beaufort (2011-2015)

Chef d'équipe : Fraser Davidson (Pêches et Océans Canada)

Les activités de forage dans la mer de Beaufort se concentrent de plus en plus sur la ligne de rupture du plateau entre les zones profondes et peu profondes. Cette zone est caractérisée par des conditions climatiques, des courants océaniques et des vagues extrêmes. La recherche servira à élaborer et à mettre en œuvre un modèle couplé océan-vagues-glace-atmosphère pour prévoir l'évolution des conditions météorologiques, de la glace de mer et de l'océan. Le système mondial de détresse et de sécurité en mer pourra se servir de ces renseignements inestimables afin d'assurer les services d'information et d'alerte dans la région de l'Arctique. Ces prévisions se révéleront également essentielles pour les activités d'exploration et d'exploitation des ressources pétrolières et gazières dans la mer de Beaufort.

État d'avancement : Une démarche par étapes se déroule actuellement avec le système régional de prévision des glaces dans la mer de Beaufort. Cette démarche sera mise à jour par l'ajout de la dynamique de l'océan à la composante prévision des glaces élaborée dans ce projet. Enfin, le couplage atmosphère-océan-glace deviendra opérationnel en 2015. Dans la démarche d'élaboration du modèle océanique, quatre projections a posteriori ont été générées de 2003 à 2010. En outre, la première version des prévisions océaniques a été testée pour la mer de Beaufort et l'océan Arctique lors d'une période d'essai d'un an. Une série de tests de validation est en cours d'assemblage pour les projections a posteriori du modèle et des scripts de validation en temps quasi réel (TEPBULL) sont en cours d'exécution pour les prévisions du modèle mondial et régional de circulation océanique.

Un site Web de test de la circulation océanique dans la mer de Beaufort a été mis en œuvre sur une infrastructure informatique qui sera accessible au public. Différents formats (visuels et numériques) des prévisions océaniques pourront être téléchargés sur demande par l'utilisateur.

Prévisions saisonnières des conditions océaniques et des conditions de glace dans la mer de Beaufort (2011-2015)

Chef de projet : Gregory Flato (Environnement Canada)

Prévoir le temps qu'il fera des jours à l'avance est chose courante partout au Canada ou presque. Pour les sociétés pétrolières et gazières qui planifient des activités d'exploration et de forage dans l'Arctique, prévoir quelles seront les conditions météorologiques au cours de l'année à venir est de première importance. Ce projet chapeauté par Environnement Canada permet de mettre sur pied un système à haute résolution capable de prévoir les conditions océaniques et les conditions de la glace de mer dans la région de la mer de Beaufort de un à douze mois à l'avance. La recherche fournit des prévisions saisonnières plus détaillées à l'échelle régionale et contribue directement à l'élaboration d'outils de prévisions climatiques optimisés. Elle permettra de répondre aux besoins opérationnels de l'industrie et des organismes de réglementation d'aujourd'hui et de demain.

État d'avancement : Au cours de 2012-2013, les travaux sur l'évaluation de la capacité du système de prévision interannuelle et saisonnière canadien (SPISCan) ont progressé et deux articles revus par un comité de lecture ont été publiés sur l'analyse de la capacité de prévision saisonnière de l'étendue de la glace de mer dans l'Arctique. Les champs de données mensuelles et quotidiennes sur la glace de mer, notamment la concentration, l'épaisseur, la vitesse dans les directions méridionale et zonale issues des prévisions passées du SPISCan initialisées chaque mois de 1979 à 2010 pour chacun des 20 membres d'ensemble ont été traités et mis à disposition sur le serveur du Centre canadien de la modélisation et de l'analyse climatique. Ces champs ont été reportés sur une grille normalisée du projet international de prévision historique du système climatique (CHFP), alors que le travail est en cours pour fournir également ces données sur la grille du modèle d'origine en réponse aux demandes des utilisateurs.

Modélisation des apports d'eau douce dans la mer de Beaufort en vue d'améliorer les prévisions extracôtières du système de prévision océanique pour les zones Metarea (2012-2015)

Chef de projet : Philip Marsh (Environnement Canada)

Le delta du Mackenzie et la région côtière de la mer de Beaufort, dont les eaux sont stratifiées et très peu profondes, forment un estuaire fortement lié, dans lequel les apports en provenance du delta du Mackenzie affectent les courants, la densité et la température de l'eau, ainsi que les vagues et les conditions de glace dans la zone côtière de la mer de Beaufort. En outre, le panache du fleuve Mackenzie peut s'étendre sur plusieurs centaines de kilomètres dans la zone côtière influençant les courants océaniques et l'habitat marin des poissons et des mammifères. Le développement potentiel au large de la mer de Beaufort nécessite la mise en œuvre d'un modèle océan-glace-atmosphère (OGA) opérationnel qui inclut la mer de Beaufort afin de planifier et réaliser la mise en valeur durable de ses ressources. La prise en compte des interactions complexes entre le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort est nécessaire en vue de concevoir et de mettre en œuvre un modèle océan-glace-atmosphère robuste (CONCEPTS). L'étude s'appuie sur des activités financées dans le cadre de l'Année polaire internationale et du Programme de recherche et de développement énergétiques et vise à élaborer un modèle hydraulique du delta du Mackenzie et à le relier au modèle OGA CONCEPTS en cours d'élaboration par Environnement Canada et Pêches et Océans Canada. Ces modèles combinés seront utilisés pour étudier les interactions entre le delta du Mackenzie et la mer de Beaufort dans des conditions d'eau libre et de glace.

État d'avancement : D'importants progrès ont été accomplis dans tous les aspects prévus de l'étude et les travaux sont en avance dans certains domaines. Les activités suivantes ont été réalisées en 2012-2013 :

1. Analyse des données lidar nécessaires pour déterminer la capacité de stockage de l'eau hors chenal;

2. Modèle de stockage de l'eau hors chenal requis pour la modélisation hydraulique du delta : ces travaux ont démontré que le stockage hors chenal est une composante importante des débits totaux du fleuve Mackenzie et ont confirmé la nécessité d'inclure ce paramètre dans la modélisation hydraulique du delta pour déterminer les débits fluviaux en fonction du temps dans la mer de Beaufort du modèle de circulation océanique;
3. Modèle hydraulique du delta du Mackenzie requis pour fournir les conditions aux limites au modèle de la mer de Beaufort : l'élaboration du modèle hydraulique du delta s'est poursuivie de manière continue et les passes d'étalonnage à faible débit sont terminées. Ces avancées pavent la voie des travaux de l'année prochaine;
4. Système de modélisation NEMO de la mer de Beaufort : des progrès constants ont été réalisés à l'aide du modèle de l'océan NEMO et en vue d'une modélisation interactive du système couplé océan-fleuve.

TYPES DE GLACE DE MER ET FORMATIONS GLACIELLES EXTRÊMES

CanICE – Base de données d'information et portail Web sur la glace de mer (2011-2014)

Chef de projet : Lina Assad (Environnement Canada)

La glace de mer a des effets saisonniers importants sur la température et le climat, sur les écosystèmes marins, sur la sécurité du transport maritime, sur les collectivités nordiques et sur le développement et l'exploitation des ressources en mer. Que ce soit pour l'élaboration de politiques ou de règlements, pour l'évaluation des répercussions des activités sur les écosystèmes, pour la conception d'infrastructures durables ou pour la planification et le maintien de la sûreté et de la sécurité du transport maritime, les renseignements sur l'état des glaces de mer sont très importants en raison de la variabilité et de la rigueur des conditions dans l'environnement marin de l'Arctique. Environnement Canada, en partenariat avec plusieurs universités, monte une base de données accessible au public qui rassemble les renseignements existants sur les formations de glace de mer, soit leur étendue, leur concentration, le type de glace de mer et leurs caractéristiques ainsi que les dangers associés aux conditions glacielles extrêmes. Le public pourra avoir accès à la base de données à partir du catalogue de données polaires. Cette base de données interexploitable permettra l'accès en ligne aux données historiques et actuelles sur la glace de mer et l'ajout de données pertinentes à cette source d'information centralisée.

État d'avancement : Le Service canadien des glaces (SCG) a construit une nouvelle base de données sur la glace de mer de l'EERB et y a versé plus de 200 000 anciennes cartes des glaces sur papier et microfilm. Le nouveau système de production de cartes des glaces du SCG pour l'ensemble de l'Arctique canadien sera compatible avec la base de données de l'EERB. Les Universités de Waterloo, Laval et Ryerson ont également contribué à ce projet.

L'Université de Waterloo monte actuellement un nouveau serveur pour héberger les outils Web et de cartographie et établit, en collaboration avec le SCG, une connexion au catalogue de données polaires

(CDP). Des améliorations significatives à l'outil de recherche géospatiale du CDP et à la base de données du CDP sont en cours pour élargir les services offerts, faciliter l'inclusion des outils SOLAP et SIG des partenaires de CanICE et appuyer les services Web et l'interaction avec le SCG ainsi que d'autres portails de données s'intéressant à la mer de Beaufort et à l'Arctique.

L'Université Laval conçoit des outils Web pour l'analyse complexe des cartes de données de CanICE, des métadonnées du CDP, du trafic Web et des codes de l'œuf du SCG. Un prototype basé sur le Web entièrement fonctionnel a été conçu avec le logiciel Map4Decision et des données sur le code de l'œuf fournies par le SCG pour une zone pilote et une période d'essai. On peut faire une exploration interactive de ces données et afficher instantanément des cartes, des tableaux et des graphiques statistiques pour l'ensemble de la zone couverte, pour une région de l'Arctique, pour une sous-région (Amundsen) et pour des unités spatiales plus petites délimitées selon la bathymétrie (plus petites que 200 m, de 201 à 500 m, de 501 à 2 500 m, plus grandes que 2 500 m). Les utilisateurs peuvent également examiner leurs données instantanément d'une semaine, d'un mois, d'une saison ou d'une année à l'autre.

Parallèlement, l'Université Ryerson a terminé l'élaboration d'un modèle de base de données spatiotemporelles pour toutes les données historiques et les données retirées en continu sur les glaces. Les nouvelles fonctionnalités du portail Web des archives sur les glaces de mer incluent une nouvelle interface utilisateur et des cartes des glaces thématiques interactives qui permet de filtrer différents types de glace, deux types d'animation des données d'archives sur les glaces pour évaluer visuellement l'évolution temporelle du couvert de glace, l'enregistrement des utilisateurs, la configuration de la gestion et des préférences, l'impression en ligne et le partage dans les réseaux sociaux, la définition des zones par l'utilisateur et leur synchronisation sur le serveur pour consultation après connexion au système de l'utilisateur, une méthode améliorée de génération de cartes des glaces et une fonction de téléchargement des données d'archives sur les glaces.

Base de données techniques de la mer de Beaufort (2011-2013)

Chef de projet : Ivana Kubat (Conseil national de recherches)

Au fil des ans, une quantité considérable de données ont été recueillies dans la mer de Beaufort, mais ces données sont largement disséminées. Trouver les meilleurs ensembles de données disponibles se révèle souvent difficile. Le téléchargement, l'extraction et la consultation de l'information à partir de plusieurs sources et formats de fichiers différents représentent un défi de taille et requièrent beaucoup plus de temps. Le Conseil national de recherches du Canada met actuellement sur pied une base de données intégrée pour permettre le stockage, l'interrogation et l'affichage de toutes les données environnementales les plus pertinentes aux fins de la conception technique d'installations dans la mer de Beaufort. Cette source d'information centralisée donnera aux organismes de réglementation l'accès à une information environnementale catégorique à l'échelle régionale. La base de données sera utilisée afin de calculer les charges de glace pour la conception des plates-formes et les opérations maritimes au large des côtes.

État d'avancement : La phase 2 du projet vise à relier tous les ensembles de données environnementales d'intérêt disponibles sur la mer de Beaufort et à mettre en œuvre les nouvelles fonctionnalités demandées par les partenaires de l'industrie (Joint Industry Partners ou JIP). Plusieurs tâches ont été accomplies au cours de la deuxième année de la phase 2. L'interface de la base de données techniques de la mer de Beaufort (BDTB) a été modifiée pour inclure 64 ensembles de données que les partenaires JIP ont choisis. Les fonctionnalités demandées par les partenaires du projet ont été conçues et intégrées dans la BDTB. Le développement des bases de données sur les glaces tourmentées et pluriannuelles de la BDTB est terminé. La base de données sur la dérive des îles de glace a été élaborée et incluse dans la BDTB. Une formation sur la façon de gérer et d'utiliser la BDTB a été dispensée en octobre 2012. Un manuel de l'utilisateur a été rédigé et distribué aux partenaires du JIP. Le site FTP a été mis en place pour la mise à jour et la maintenance de la BDTB. La mise à jour et la maintenance seront effectuées dans le cadre de la phase 3 du projet. Ces travaux terminent le volet du projet soutenu par l'EERB.

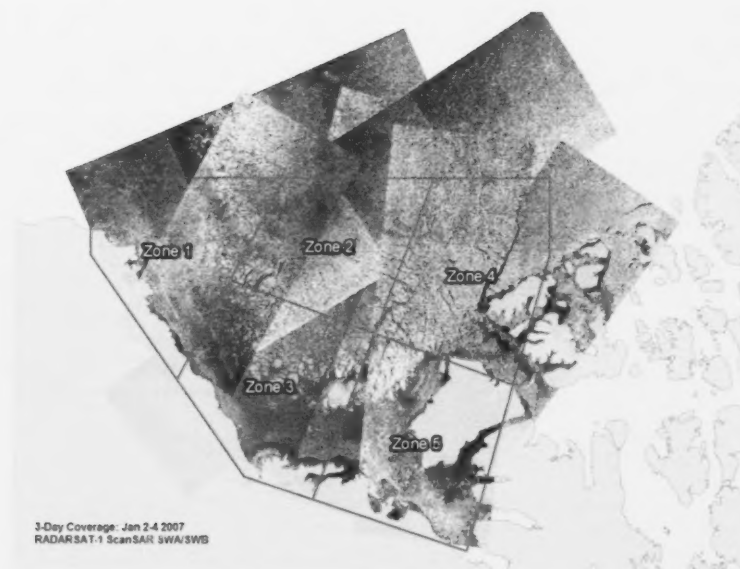
Quantification de la dynamique de la glace dans la mer de Beaufort (2012-2015)

Chef de projet : Chris Derksen (Université de Waterloo)

Dans la mer de Beaufort, la circulation de la glace de mer est soumise au tourbillon de Beaufort à prédominance anticyclonique, mais on dispose de très peu de données quantitatives sur le mouvement des glaces. Le projet vise à créer des produits sur le mouvement de la glace de mer dans la région de la mer de Beaufort à partir d'images d'archive opérationnelle de RADARSAT-1 et de RADARSAT-2 du Service canadien des glaces et du nouvel algorithme de suivi du mouvement des glaces de mer d'Environnement Canada. Cette analyse servira à établir une base de données de référence sur le mouvement des glaces qui peut être utilisée pour planifier et appuyer les futures opérations extracôtières. Les résultats fourniront également à l'EERB de l'information sur les changements régionaux dans la dynamique des glaces de mer qui se produisent avec l'évolution du régime de la glace dans la région de la mer de Beaufort survenue au cours des dernières décennies, marquées par un réchauffement régional prononcé.

En outre, les produits sur le mouvement des glaces serviront également à la validation du tout nouveau modèle de pointe atmosphère-glace-océan pour la prévision opérationnelle des conditions de glace dans la mer de Beaufort qu'élabore actuellement Environnement Canada.

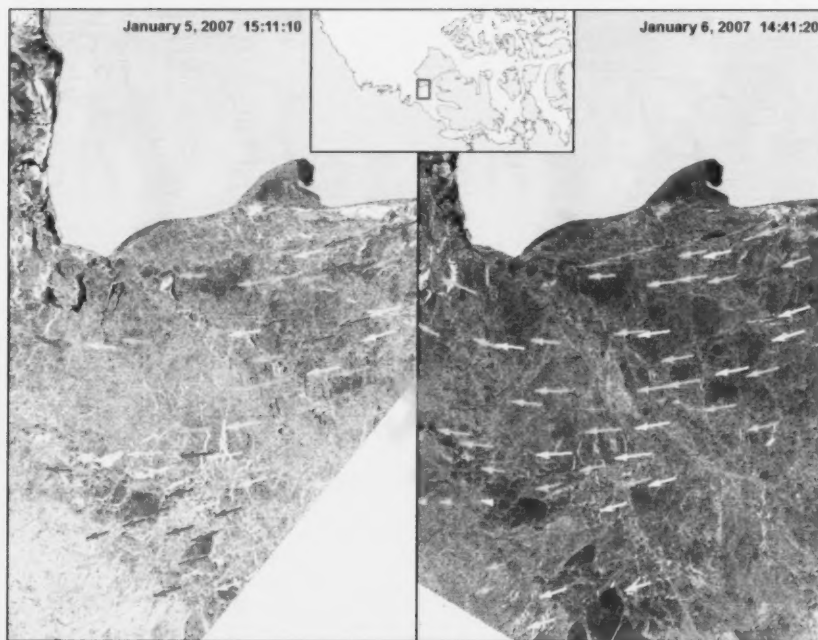
État d'avancement : L'acquisition d'images RADARSAT de la mer de Beaufort et leur prétraitement ont constitué la tâche principale de la première année de ce projet. Cette activité est terminée. Les images ScanSAR en mode large de RADARSAT-1 et -2 de la mer de Beaufort ont été acquises pour la période 1997-2012. La zone d'étude a été subdivisée en cinq régions pour faciliter le calcul des flux de glace (figure 1).



3-day coverage = couverture sur 3 jours
Jan 2-4 2007 = 2-4 janv. 2007

Figure 1. Secteur d'étude du mouvement des glaces subdivisé en cinq zones.

En partant de 2007 comme année d'essai initiale, le système automatisé de suivi des glaces de mer du Service canadien des glaces (CIS-ASITS) a été utilisé pour produire des champs de déplacement des glaces à partir de paires d'images RADARSAT (figure 2). On évalue présentement les procédures de calcul des moyennes pour générer des cartes mensuelles composites des mouvements des glaces. Les échanges de glace de mer entre les zones de la figure 1 seront calculés par intervalles de trois à quatre jours et de mois. On se concentre actuellement sur le contrôle de la qualité et l'évaluation des estimations du mouvement des glaces de 2007 (à partir des données disponibles sur la glace des balises et des bouées). Lorsque les cartes de l'année 2007 seront jugées satisfaisantes, les 16 autres années de la série chronologique seront aussi traitées de manière automatisée.



January 5, 2007 = 5 janvier 2007

January 6, 2007 = 6 janvier 2007

Figure 2. Exemple de vecteurs de déplacement des glaces entre le 5 et le 6 janvier 2007. Les flèches de couleur indiquent les niveaux de confiance dans l'estimation des mouvements (vert = élevé; rouge = faible).

PROJET INTÉGRÉ SUR LA GLACE DE MER

Les trois projets suivants, dirigés par le Conseil national de recherches, l'Université du Manitoba et l'Université de l'Alberta, font partie d'un projet intégré sur la glace de mer qui examine les caractéristiques de la glace de mer pluriannuelle. Ils permettront de regrouper des données à petite, moyenne et grande échelle afin d'améliorer notre compréhension des propriétés et du comportement de la glace de mer dans la portion canadienne de la mer de Beaufort.

Mesure de l'épaisseur et de la résistance de la glace pluriannuelle déformée dans la mer de Beaufort (2011-2015)

Chef de projet : Michelle Johnston (Conseil national de recherches)

Malgré les preuves grandissantes de la diminution de la banquise polaire, en étendue comme en épaisseur, les icebergs, les îles de glace et la glace pluriannuelle épaisse et déformée représentent toujours un danger. Le projet, dirigé par le Conseil national de recherches, vise à décrire l'épaisseur et la résistance des formations glacielles extrêmes dans la mer de Beaufort à des profondeurs (jusqu'à 12 m)

pour lesquelles on ne dispose actuellement d'aucune information. La recherche fournira les renseignements nécessaires à une conception optimale de structures capables de résister aux impacts de la glace déformée pluriannuelle. Les connaissances acquises sur les formations glacielles dangereuses permettront également d'améliorer la capacité décisionnelle des organismes de réglementation et de l'industrie.

État d'avancement : Au cours de la campagne sur le terrain de mai 2012 (Resolute), l'équipement mis au point durant la première année a été testé sur de la glace pluriannuelle hummockée afin de vérifier son bon fonctionnement. Du 3 au 20 mai 2012, trois personnes du CNRC ont séjourné à Resolute pour effectuer la première campagne de ce projet de quatre ans. Les mesures ont été limitées à un floe pluriannuel hummocké afin de vérifier l'équipement. Des carottes de glace ont été extraites de deux trous de forage pour documenter la température et la salinité de la glace à une profondeur maximale de 12 m. Des essais de résistance *in situ* ont été effectués dans les deux trous de forage par intervalle de 30 cm de profondeur pour mesurer les changements de résistance en fonction de la profondeur et relier cette information à la température et à la salinité de la glace. L'épaisseur de glace a été mesurée dans 20 trous creusés par forage et jet de vapeur. Les mesures de la campagne de 2012 sont uniques parce qu'elles constituent la seule information disponible sur la résistance des quilles de glace épaisse pluriannuelle hummockée à plus de 10 m de profondeur. Les données de la campagne de 2012 ont été présentées lors du forum sur les résultats de l'EERB (février 2013, à Inuvik, dans les T.N.-O.)

Comprendre les formations glacielles extrêmes dans la mer de Beaufort (2011-2015)

Chef de projet : Christian Haas (Université York)

L'énorme variabilité des types de glace et des conditions glacielles extrêmes constituent deux des plus grands défis associés aux activités dans la mer de Beaufort. Le projet fait appel aux levés électromagnétiques et aux balises dérivantes pour mener des relevés aériens à grande échelle de l'épaisseur des glaces et quantifier l'épaisseur et la répartition régionale de la glace pluriannuelle et des formations glacielles extrêmes dans le secteur sud de la mer de Beaufort. Cette recherche permettra de mieux comprendre le mouvement des glaces de mer sous l'effet du vent et des courants et contribuera à l'élaboration d'outils de prévision de la dérive des glaces. Une bonne préparation à toute éventualité constitue l'une des réalités auxquelles font face les organismes de réglementation et l'industrie lorsqu'il s'agit de planifier des activités d'exploration et de forage extracôtières.

État d'avancement : En avril 2012, les chercheurs ont effectué un relevé de l'épaisseur de la glace à l'extérieur d'Inuvik, notamment de plusieurs champs de glace pluriannuelle hummockée et d'une île de glace. Des balises GPS ont été déployées sur certaines de ces formations pour permettre de suivre leur déplacement jusqu'à leur dislocation en été. Les résultats montrent que la lisière de glace pluriannuelle est très variable et se retire vers le nord. La glace pluriannuelle de la mer de Beaufort peut rester très épaisse, mesurant de quatre à six mètres en moyenne sur un kilomètre de longueur. La glace de première année près de la lisière de la banquise côtière peut cependant être très déformée également et des champs de hummocks plus épais que ceux faits de glace pluriannuelle ont été observés. Cela signifie que la glace pluriannuelle ne pose peut-être pas les risques les plus élevés en hiver et au

printemps. Les chercheurs sont parvenus à intégrer et à mettre à l'essai un nouveau système d'observation aérien de l'épaisseur des glaces à bord d'un BT-67 de la Kenn Borek; ils ont dressé des plans pour réaliser un autre relevé et déployer des bouées au large de Sachs Harbour et d'Inuvik entre le 11 et le 15 avril. Un plan de campagne a été établi et peut être consulté sur le site de l'EERB.

Cartographie par Radarsat des formations glacielles extrêmes dans le secteur sud de la mer de Beaufort (2011-2015)

Chef d'équipe : David Barber (Université du Manitoba)

L'intérêt mondial pour la navigation maritime et pour l'exploitation des ressources pétrolières et gazières dans le secteur sud de la mer de Beaufort augmente à mesure que la couverture de glace diminue l'été dans les eaux de l'Arctique. La glace représente cependant toujours un risque pour les activités de l'industrie dans la région. Cette recherche fournit des renseignements pertinents à l'échelle régionale sur les formations glacielles extrêmes le long du flanc nord-ouest de l'archipel de l'Arctique canadien. L'Université du Manitoba dirige une équipe de chercheurs qui utilisent la technologie Radarsat pour détecter, surveiller et à terme modéliser la répartition et le mouvement des formations glacielles dangereuses et leur passage dans les zones assujetties à l'obtention de permis pour l'exploration pétrolière et gazière d'envergure de la région. Ces connaissances scientifiques seront combinées aux renseignements recueillis par les résidents de la région qui participent à un nouveau programme pilote communautaire mis sur pied pour assurer la surveillance de l'épaisseur de la glace de mer.

État d'avancement : Les travaux sur les quatre composantes suivantes du Projet intégré sur la glace de mer de l'Université du Manitoba ont progressé comme suit :

1. Épaisseur de glace – Mesures effectuées sur place de onze floes pluriannuels et d'une île de glace. Des données sur l'épaisseur de glace ont été recueillies par capteur par induction électromagnétique sur des floes représentatifs et par radar pénétrant sur l'île de glace. Ces données à haute résolution serviront de complément aux données recueillies par le chercheur Christian Haas (relevés régionaux par induction électromagnétique). Les mesures de l'épaisseur moyenne de la glace obtenues par cette technique vont de 4 à 7 m pour la glace pluriannuelle et on estime à 33 m l'épaisseur de l'île de glace. On dispose également de l'apport des bouées fixes dans la mer de Beaufort qui fourniront des données quasi continues sur le mouvement des glaces, la profondeur des quilles de glace et les courants océaniques de 2009 à 2011 (données fournies par ASL).

Thermodynamique de la glace - Deux bouées de bilan massique de la glace (BMG) ont été déployées; la première est tombée en panne au bout de cinq jours et l'autre a fonctionné d'avril à fin juillet. Ces dispositifs fournissent des profils de température de la glace de mer, une variable liée à la résistance de la glace. Les données seront intégrées aux travaux de Michelle Johnston sur les estimations saisonnières de la résistance de la glace.
2. Mouvement de la glace de mer (dynamique) – Seules treize radiobalises de localisation ont été déployées, onze sur des floes pluriannuels et deux à chaque extrémité d'une île de glace (iceberg tabulaire). Elles ont été déployées par groupe de trois pour permettre de mesurer la convergence et

la divergence de la glace (d'avril à juillet). Ces données horaires servent à suivre le déplacement des glaces en fonction des vents locaux et régionaux. Les données horaires sont combinées à celles sur le mouvement régional des glaces obtenues par RADARSAT. Des données *in situ* de courantmètres profileurs et des données sur les vents ont été recueillies pour mieux comprendre l'importance relative des forçages océanique et atmosphérique. La direction et la vitesse des courants ont été enregistrées et les vents de surface ont été mesurés au même site; toutes les données ont été corrigées pour tenir compte de la rotation des floes. Les instruments ont fonctionné du début avril à fin juillet, lorsque les floes se sont disloqués.

3. Cartographie RADARSAT des formations glacielles dangereuses - Des données hebdomadaires ont été recueillies par RADARSAT du 15 mars au 3 août. Ces données sont utilisées pour dresser des cartes des concentrations de glace, du mouvement des glaces et de la vitesse des vents locaux (dans les zones d'eau libre). Ces données sont également utilisées pour identifier les types de glace dans la zone d'étude et l'évolution saisonnière de la rétrodiffusion des micro-ondes par la glace de première année, la glace pluriannuelle et les îles de glace (icebergs tabulaires). La variation des signatures de rétrodiffusion affecte grandement la capacité d'identifier les formations glacielles dangereuses.
4. Surveillance par la collectivité - Ce programme a connu un franc succès. Trois membres de la collectivité ont reçu une formation sur le fonctionnement du système par induction électromagnétique pour mesurer l'épaisseur de la glace. Cet instrument peut être tiré par une motoneige. L'épaisseur de la glace locale a été cartographiée le long de transects près de Sachs Harbour. Ces données ont été confirmées par des levés sur le terrain (mesures de l'épaisseur de glace, du franc-bord et de l'épaisseur de neige) et des profils de conductivité, de température et de profondeur (CTP) sous la glace. Le programme s'est déroulé du 22 avril au 29 mai, date à laquelle les relevés sur glace ont cessé en raison du danger.

GÉORISQUES EXTRACÔTIERS ET PROCESSUS CÔTIERS

Géorisques du fond marin en eaux profondes (2011-2015)

Chef de projet : Steve Blasco (Ressources naturelles Canada)

L'exploration pétrolière et gazière dans les eaux profondes de la mer de Beaufort exige une bonne connaissance des conditions de stabilité du fond marin en vue d'assurer des pratiques de forage sécuritaires. Dans le cadre de cette initiative, la Commission géologique du Canada dirige une évaluation régionale des zones d'instabilité du fond marin, comme les volcans de boue, les failles et les événements hydrothermaux, le pergélisol sous-marin et de la gravité de ces géorisques. La recherche axée sur les géorisques du fond marin génère des connaissances de base contribuant à la prévention des déversements et à la préservation de l'écosystème marin et des ressources renouvelables. Les résultats de recherche découlant de cette évaluation régionale sont d'une très grande utilité pour l'évaluation des répercussions environnementales et appuient un processus décisionnel éclairé pour l'élaboration d'un régime de réglementation efficace.

État d'avancement : La recherche menée en 2012-2013 portait sur la partie extérieure du plateau de la mer de Beaufort et sur la partie supérieure du talus continental supérieur. La recherche de cette année portait sur l'acquisition de données pour alimenter l'évaluation des risques géologiques du fond marin en eaux profondes. Un partenariat a été établi avec le PRDE et le FEE et l'EERB a contribué à l'acquisition des données. Grâce aux fonds de l'EERB, les données ont été recueillies par l'*Amundsen* en 2011 au moyen d'échosondeurs multifaisceaux et de sondeurs de sédiments; elles ont été importées, nettoyées, éditées et versées dans une base de données pour l'analyse des risques géologiques jusqu'à 100 m sous le plancher océanique (contrats UNBm avec Tekmap). Les données sismiques multicanaux acquises par l'industrie ont également été versées dans une base de données et traitées pour l'analyse et l'interprétation des risques géologiques à plus de 100 m sous le plancher océanique (contrats avec ION et Fugro). Les données d'échantillonnage des sédiments ont été acquises et versées dans une base de données et traitées en fonction de l'âge et du taux de rupture du fond marin, notamment les glissements sous-marins et les volcans de boue (contrat avec l'Université Dalhousie).

Synthèse régionale des géosciences côtières pour la gestion des activités pétrolières et gazières dans la mer de Beaufort (2012-2014)

Chef de projet : Dustin Whalen (Conseil national de recherches)

Le projet vise à faire l'inventaire des connaissances actuelles sur les processus côtiers à l'échelle régionale qui influent sur le choix des sites, la planification et la gestion des infrastructures côtières (depuis la frontière de l'Alaska avec le Yukon jusqu'au cap Dalhousie) en vue d'appuyer les activités pétrolières et gazières dans la mer de Beaufort.

État d'avancement : Des ensembles de données ciblés issus de 40 ans de recherche en géosciences côtières par la Commission géologique du Canada ont été compilés et analysés afin de définir les lacunes et les besoins en matière de données. La synthèse de ces ensembles de données inclut la validation des sources de données sur papier et numériques et la conversion des données en format SIG. Les autres produits à livrer cette année sont les suivants : 1) couches SIG de la base de données du système d'information côtière (SIC) décrivant la forme de la zone littorale, les matériaux et la classification des côtes, surtout à partir d'images vidéo aériennes; 2) plus de 1 000 photographies des zones côtières couvrant les 40 dernières années; 3) une couche numérique complète de la géologie de surface et 4) la compilation préliminaire de la littérature grise pertinente au projet. Une petite campagne de terrain a été menée à l'été 2012 pour dresser un portrait à jour de l'évolution côtière à divers endroits le long du littoral du Yukon, dans l'île Richards et sur la côte de la péninsule de Tuktoyaktuk. Ces mesures au sol de type GPS-RTK finement positionnées sont utilisées pour mettre à jour la base de données sur la surveillance des processus côtiers et mettre en évidence les changements en cours à des endroits précis. On poursuit la préparation des métadonnées normalisées appropriées pour la cartographie des données multifaisceaux à haute résolution du littoral, les mesures côtières par LIDAR et les vecteurs du littoral qui nous permettront de mettre en évidence jusqu'à 60 ans de changement côtier (à l'aide de photographies aériennes historiques). Même si la combinaison de plusieurs décennies de données issues de sources et d'équipement divers n'est pas une mince affaire, cette activité continue a permis de

déceler les lacunes dans les données et contribuera à mieux connaître les processus côtiers dans la région de la mer de Beaufort. Un certain nombre de cartes papier ont été produites pour illustrer la synthèse des couches de données à l'échelle régionale.

OUTIL WEB D'ANALYSE GÉOSPATIALE

Outil Web d'analyse géospatiale pour l'EERB (2012-2013)

Chef de projet : Jason Duffe (Environnement Canada)

Les applications SIG de la trousse de l'EERB sont des outils universels pour enregistrer de l'information de base et produire des cartes, mais des capacités SIG de plus en plus avancées, comme l'analyse de scénarios et l'analyse des effets cumulatifs, sont désormais incluses dans les évaluations environnementales régionales (EER). Pour ces dernières, les principaux outils d'analyse géospatiale d'intérêt en général sont les suivants : 1) la cartographie numérique 2) l'analyse et l'évaluation spatiale et 3) la modélisation spatiale. Un outil SIG basé sur le Web peut favoriser la transparence et la participation du public et constitue un moyen de communication efficace entre les décideurs et le public.

État d'avancement : Une trousse Web à la fine pointe de la technologie de cartographie digitale et d'analyse et d'évaluation spatiales a été conçue et produite pour l'EERB. Cette trousse comprend de l'information de base et des données de recherche sur un certain nombre de facteurs environnementaux, y compris la flore et la faune, l'eau, l'air et les conditions climatiques, la glace et les géorisques ainsi que de l'information culturelle, sociologique et sur les infrastructures. La trousse SIG en ligne mise au point comprend une variété d'outils pour l'affichage et l'analyse des données de recherches existantes et nouvelles pour soutenir l'EERB. Les outils d'analyse spatiale aident à la réalisation des évaluations environnementales parce qu'ils permettent d'effectuer des analyses de proximité, des superpositions pondérées et des calculs sur la carte et de convertir des éléments vectoriels (points, lignes et polygones) en éléments matriciels. Ce projet peut appuyer divers aspects de l'EERB, notamment l'intégration des résultats de recherche, l'évaluation des effets cumulatifs, le soutien à la gestion de l'information et la participation des collectivités à la préparation en cas de déversement d'hydrocarbures. En outre, il contribuera à éclairer les prises de décision à l'échelon régional ainsi qu'à produire une information d'ordre réglementaire de meilleure qualité pour des projets spécifiques à l'appui de la mise en valeur des ressources pétrolière et gazière dans la mer de Beaufort

PRIORITÉS DES COLLECTIVITÉS

Surveillance côtière régionale dans la région désignée des Inuvialuit : Indicateurs écosystémiques (2012-2015)

Chefs de projet : Vic Gillman et Frank Pokiak (Comité mixte de gestion de la pêche et Conseil inuvialuit de gestion du gibier)

Ce projet vise à acquérir une compréhension de base de la structure et de la fonction écosystémique du réseau trophique du littoral de la mer de Beaufort. Le projet utilise des biomarqueurs de la chaîne alimentaire à l'échelle régionale qui représentent les écosystèmes de l'estuaire et du littoral marin dans la région désignée des Inuvialuit. Des programmes d'intérêt communautaire dans le domaine côtier ont été mis sur pied pour étudier les principales composantes valorisées de l'écosystème suivantes : i) les poissons côtiers, ii) le béluga et iii) l'écosystème qui les soutient (l'habitat) dans les sites de récolte et de chasse de chacune des six collectivités de la RDI. Les espèces suivies peuvent différer selon le lieu, mais les méthodes utilisent une démarche normalisée axée sur des indicateurs communs qui définissent les interactions trophiques

État d'avancement : Des analyses de laboratoire ont été effectuées sur les biomarqueurs du réseau trophique, tout particulièrement les isotopes stables et les acides gras, des espèces clés prélevées dans les sites de surveillance. Des échantillons de poisson et de béluga ont été reçus des six collectivités de la RDI et ont été traités aux fins d'analyse. En tout, 951 poissons recueillis dans les sites côtiers ont fait l'objet d'une analyse morphométrique complète puis ont été préparés pour l'analyse des isotopes stables et des acides gras. En tout, 654 poissons des sites estuariens et 297 poissons des sites marins représentant 22 espèces ont été analysés. En tout, 58 échantillons de béluga ont été préparés et analysés; des échantillons de foie et de tissus musculaires ont été traités aux fins de détection des isotopes stables et des échantillons de tissus adipeux ont été traités pour en analyser les acides gras. Environ 80 pour cent des données sur les isotopes stables ont été reçues et versées dans une base de données accessible. Tous les échantillons de béluga ont été soumis à des analyses des acides gras et toutes les données ont été intégrées. L'analyse des acides gras des poissons est terminée à 70 pour cent.

Groupes de travail

Changements climatiques

Le Groupe de travail de l'EERB sur les changements climatiques a été formé pour appuyer une évaluation environnementale et un processus décisionnel réglementaire utiles et efficaces à l'égard des aspects des changements climatiques associés aux activités pétrolières et gazières extracôtières dans la mer de Beaufort. Les activités du groupe de travail aideront aussi à cerner les lacunes en matière d'information et de données sur les changements climatiques dans la région et à recommander les mesures à prendre pour les combler.

État d'avancement : Le Groupe de travail de l'EERB sur les changements climatiques a accordé à forfait la réalisation du document « *Oil and Gas Exploration and Development Activity Forecast – Canadian Beaufort Sea 2012-2027* ». Ce rapport prévisionnel, bien qu'il couvre un horizon moyen de quinze ans, a été produit en vue de soutenir les activités pétrolières et gazières qui se dérouleront dans la mer de Beaufort et la prise en compte de leurs répercussions. Le Rapport a été mis à jour pour y inclure l'horizon 2013-2028 et peut être consulté sur le site www.BeaufortREA.ca pour un examen plus approfondi et la recherche d'information. Le groupe de travail a également organisé un atelier sur les changements climatiques à Inuvik, du 19 au 21 novembre 2012, et un rapport complet accompagné de recommandations à l'intention des décideurs a été déposé en janvier 2013.

Gestion des déchets

Le groupe de travail sur la gestion des déchets facilite l'élaboration d'un cadre régional de gestion des déchets pour la région désignée des Inuvialuit. Ce cadre permettrait d'établir clairement les exigences réglementaires et le partage des responsabilités, de déterminer les lacunes, de caractériser de manière exhaustive les problèmes actuels en matière de gestion des déchets et de présenter des solutions possibles, de fournir des directives sur les pratiques exemplaires et de déterminer s'il est nécessaire de modifier ou d'améliorer les processus et les installations de gestion des déchets, y compris l'identification des perspectives économiques régionales dans le secteur de la gestion des déchets.

État d'avancement : Le groupe de travail sur la gestion des déchets a passé un contrat pour la formulation d'un cadre et d'un plan de développement d'une stratégie régionale de gestion des déchets du pétrole et du gaz (SRGD) pour la région désignée des Inuvialuit (RDI). Le cadre régional de gestion des déchets du pétrole et du gaz a été déposé le 31 mars 2013.

Effets cumulatifs

Le groupe de travail sur les effets cumulatifs s'emploie à élaborer un cadre régional qui permettra à tous les intervenants (les gouvernements, les Inuvialuits, l'industrie) de participer au processus et de l'appuyer. Le cadre établira une méthode d'évaluation des effets cumulatifs qui tient compte des préoccupations régionales sur la base des composantes valorisées (CV) déterminées et des facteurs de

stress auxquelles elles sont soumises. Une approche régionale collaborative en vue d'élaborer le cadre d'évaluation visera à assurer l'uniformisation des évaluations des projets et permettra aux organismes de réglementation d'être mieux à même de tenir compte des effets cumulatifs.

État d'avancement : Le groupe de travail sur les effets cumulatifs s'emploie à faire progresser le projet pilote décrit dans le *Rapport annuel sur les activités 2011-2012* de l'EERB. Le groupe de travail a réitéré la nécessité d'une participation des intervenants au processus d'élaboration du cadre et a établi un plan d'avancement.

Gestion de l'information

Le groupe de travail sur la gestion de l'information appuie la gestion coordonnée des données et de l'information pour l'EERB. Le groupe de travail veille à rendre accessibles aux intervenants les données historiques et les nouvelles données générées sur la mer de Beaufort.

État d'avancement : Le groupe de travail sur la gestion de l'information a pu cataloguer les publications de l'EERB dans la base de données sur les incidences des hydrocarbures et le catalogue de données polaires et a formulé une politique de gestion des données et de l'information accessible au public.

Préparation et intervention en cas de déversement d'hydrocarbures

Le groupe de travail sur la préparation et l'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures a été établi en vue d'améliorer la capacité du gouvernement, des Inuvialuits et de l'industrie à intervenir en cas d'un déversement important associé aux activités pétrolières et gazières dans la mer de Beaufort.

État d'avancement : À partir des acquis de l'atelier sur l'utilisation des agents dispersants de l'an un, le groupe de travail a donné suite aux recommandations et entrepris une analyse des besoins en formation et l'établissement d'un rapport sur les mandats et les rôles des Inuvialuits et des gouvernements fédéral et territorial pour une réponse de niveau 3 en cas de déversement d'hydrocarbures dans la mer de Beaufort.

Indicateurs sociaux, culturels et économiques

Le groupe de travail sur les indicateurs sociaux, culturels et économiques a été établi pour rassembler des données et formuler des indicateurs sociaux, culturels et économiques de référence pour la région désignée des Inuvialuit dans le but de cerner les répercussions associées aux activités pétrolières et gazières.

État d'avancement : Le groupe de travail sur les indicateurs sociaux, culturels et économiques a mené à terme le projet sur les indicateurs pour l'évaluation environnementale régionale de la région de la mer de Beaufort en partenariat avec le Bureau des statistiques des Territoires du Nord-Ouest et a poursuivi les recherches en matière de politique sociale sur de nombreux sujets. À cet égard, le groupe de travail a notamment aidé à financer et à réaliser l'étude sur la santé mentale et les toxicomanies (achevée

en 2010) ainsi que le programme de soutien au logement social et au revenu. Il a également créé le plan d'action de Beaufort-Delta et le plan d'investissement du fonds sur les incidences du PGM et actualisé le plan stratégique de la SRI, le plan sur le bien-être et le plan de gestion intégrée des océans pour la mer de Beaufort.

Sensibilisation des collectivités et communications

Du 1^{er} avril 2012 au 31 mars 2013, le bureau de gestion du projet d'EERB a organisé diverses activités pour sensibiliser les collectivités inuvialuites et les autres habitants du Nord à l'EERB, les inviter à commenter les initiatives de l'EERB et s'assurer que les priorités des collectivités soient prises en compte.

Le bureau de gestion du projet de l'EERB ainsi que les chefs des projets de recherche et des groupes de travail de l'EERB ont assisté aux réunions du Conseil de gestion du gibier, du Partenariat de la mer de Beaufort et du Comité de coordination régionale du plan de gestion intégrée des océans pour la mer de Beaufort pour faire le point sur l'EERB.

Premier rapport d'étape annuel de l'EERB

Le premier rapport d'étape annuel de l'EERB porte sur la période entre le 1^{er} avril 2011 et le 31 mars 2012 et est accessible sur le site Web du Programme.

Forum sur les résultats de l'EERB : Les deux premières années de progrès

Le forum sur les résultats de l'EERB s'est tenu à Inuvik, du 19 au 21 février 2013, au centre d'accueil Ingamo Hall. Environ 75 participants représentant les collectivités et les organisations inuvialuites, les organismes de cogestion, les gouvernements fédéral et territorial, l'industrie, le milieu universitaire et les consultants ont participé au forum pour s'informer des progrès réalisés pendant les deux premières années de l'EERB et discuter des résultats engrangés.

Les objectifs du Forum étaient les suivants :

- Diffuser la recherche sur l'EERB et les résultats obtenus à ce jour par les groupes de travail, auprès des organisations et des collectivités des Inuvialuits, de l'industrie, des gouvernements, des organismes de réglementation et du milieu universitaire;
- Offrir aux participants la possibilité de prendre connaissance des résultats, de poser des questions et d'engager un dialogue qui permettra d'appuyer les chercheurs dans la conduite des leurs travaux de recherche et d'aider les groupes de travail à planifier leurs activités à venir;
- Écouter les participants décrire comment l'information présentée pourrait éclairer les résultats finals et la contribution de l'EERB;
- Offrir un lieu qui permet de faciliter une meilleure collaboration entre les chercheurs et les autres partenaires en mettant en commun les résultats de la recherche à ce jour;
- Permettre aux responsables des groupes de travail de cerner la recherche qui se rapporte directement au mandat et aux produits livrables de leur groupe de travail.

On peut consulter le rapport en français et en anglais, ainsi que les exposés sur le site www.BeaufortREA.ca.

Site Web

Le Secrétariat mixte continue d'héberger le site Web du programme (adresse : www.BeaufortREA.ca). Le site est régulièrement mis à jour par l'ajout de rapports et de travaux accomplis dans le cadre de projets de recherche et par les groupes de travail. Il s'agit d'un outil de communication clé pour le groupe de travail sur la gestion de l'information.

Conclusion

Dans la foulée de la première année de l'EERB, des progrès considérables ont été accomplis au cours de la deuxième année : quinze des dix-sept projets de recherche initiaux se sont poursuivis et six autres ont été mis en branle. En outre, neuf des vingt-trois projets de recherche en cours en sont à leurs dernières étapes. Les groupes de travail ont eux aussi fait leur part, notamment dans le domaine des changements climatiques, de la préparation et de l'intervention en cas de déversement d'hydrocarbures et de la gestion des déchets et ont livré d'importantes composantes de leur mandat en 2012-2013.

Le forum sur les résultats de l'EERB de 2013 laisse en héritage, d'information et de réseaux dont l'influence se fera sentir longtemps encore après l'EERB.

L'EERB offre une tribune de rechange pour discuter des préoccupations régionales et des priorités de recherche soulevées par les Inuvialuits, les habitants du Nord, l'industrie et les organismes de réglementation, un objectif auquel une approche strictement réglementaire ne permet pas toujours de répondre. L'investissement du gouvernement renforcera la confiance de la région en sa capacité de bien se préparer aux activités de mise en valeur des ressources pétrolières et gazières et permettra de réduire la collecte d'information pour des examens spécifiques par projet, tout en démontrant son engagement à rationaliser le processus de réglementation.

Annexe – Gouvernance et partenariats

L'Évaluation environnementale régionale de Beaufort est gouvernée par une structure de gouvernance participative qui comprend les gouvernements fédéral et territorial, l'industrie, les Inuvialuit et le milieu universitaire.

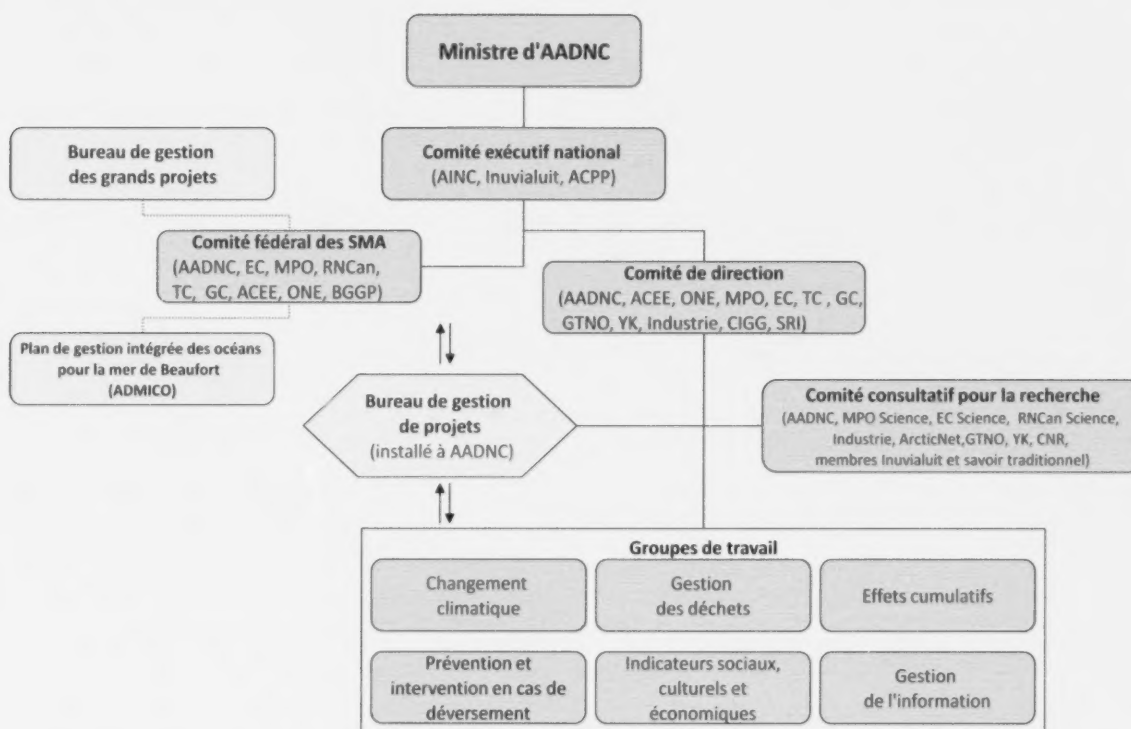


Figure 3. Structure de gouvernance de l'EERB. Abréviations : AADNC – Affaires autochtones et Développement du Nord Canada, ACPP – Association canadienne des producteurs pétroliers, ACEE – Agence canadienne d'évaluation environnementale, GC – Garde côtière (Canada), MPO – ministère des Pêches et des Océans, EC – Environnement Canada, GTNO – gouvernement des Territoires du Nord-Ouest, CIGG – Conseil Inuvialuit de gestion du gibier, SRI – Société régionale Inuvialuit, BGGP – Bureau de gestion de grands projets, CNR – Conseil national de recherches, ONE – Office national de l'énergie, RNCan – Ressources naturelles Canada, PC – Parcs Canada, TC – Transports Canada, YK – gouvernement du Yukon